

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-204105

(43)Date of publication of application : 22.07.1994

(51)Int.Cl. H01L 21/027
G03F 7/20
G03F 9/00

(21)Application number : 05-000583

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 06.01.1993

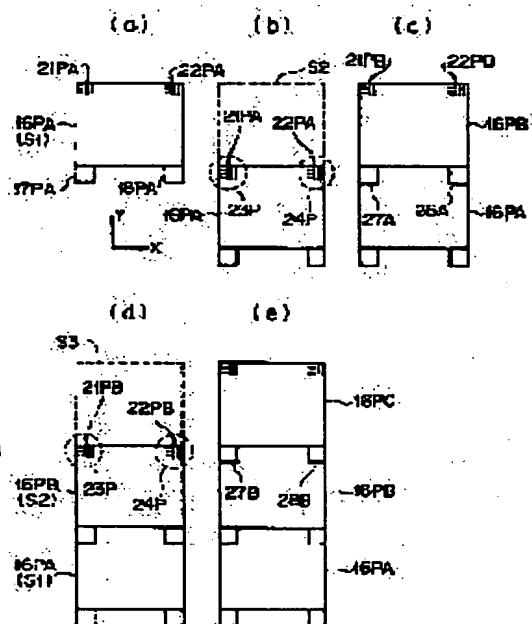
(72)Inventor : NISHI TAKECHIKA

(54) EXPOSURE

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve a superposition accuracy in a coupling part between adjacent shot regions when pattern images respectively formed in one or plurality of reticules are successively connected and exposed on a photosensitive substrate.

CONSTITUTION: Alignment mark images 21PA and 22PA are exposed when a circuit pattern image 16PA is exposed onto a first shot region S1. Then, a second shot region S2 is moved into the exposing field of a projection optical system, the positions of the alignment mark images 21PA and 22PA as latent image patterns are detected, and the alignment of a reticule to be exposed hereafter and a photosensitive substrate is performed on the basis of the result of detection. After that, the alignment mark images 21PA and 22PA are erased by double exposure when the circuit pattern image 16PB is exposed to the second shot region S2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.12.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3198310

[Date of registration] 15.06.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51)IntCl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 2 1	7316-2H		
9/00	H	7316-2H		
		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 0 1 M
		7352-4M		3 1 1 M

審査請求 未請求 請求項の数3(全12頁) 最終頁に続く

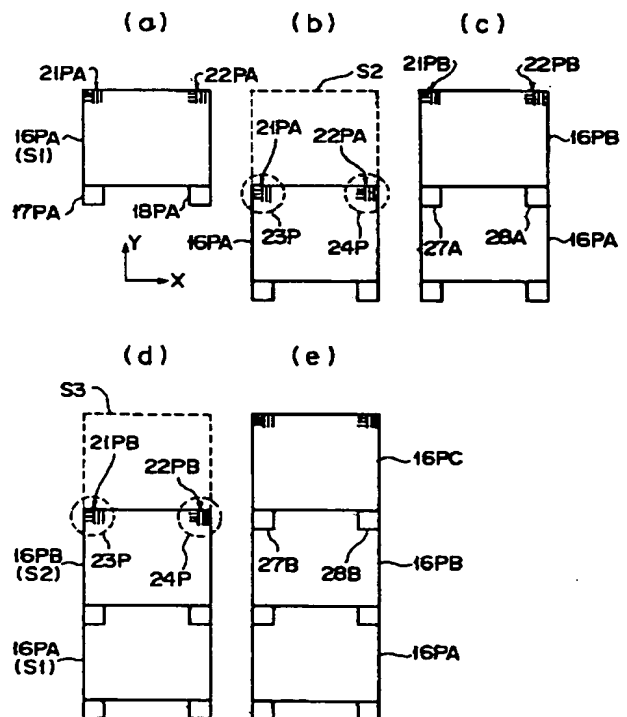
(21)出願番号	特願平5-583	(71)出願人	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(22)出願日	平成5年(1993)1月6日	(72)発明者	西 健爾 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
		(74)代理人	弁理士 大森 聡

(54)【発明の名称】 露光方法

(57)【要約】

【目的】 1枚又は複数枚のレチクルにそれぞれ形成されたパターンを感光基板上に順次つなぎ合わせて露光する際に、隣接するショット領域間の継ぎ部での重ね合わせ精度を向上する。

【構成】 第1のショット領域S1上に回路パターン像16PAを露光する際に、アライメントマークの像21PA及び22PAを露光する。次に第2のショット領域S2を投影光学系の露光フィールド内に移動して、潜像パターンとしてのアライメントマークの像21PA及び22PAの位置を検出し、この結果よりこれから露光するレチクルと感光基板との位置合わせを行う。その後、第2のショット領域S2へ回路パターン像16PBを露光するときに、2重露光によりアライメントマークの像21PA及び22PAを消去する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 1枚又は複数枚のマスクにそれぞれ形成されたパターンを感光基板上に順次つなぎ合わせて露光することにより、前記1枚又は複数枚のマスクの個々のパターンの像よりも広い面積のパターン像を前記感光基板上に露光する方法において、

転写用のパターン及び位置合わせ用のマークが形成された第1のマスクを用いて、前記転写用のパターン及び位置合わせ用のマークの像を前記感光基板上の第1のショット領域に露光し、

次に前記感光基板上の前記第1のショット領域に隣接する第2のショット領域に、前記転写用のパターンの像につなぎ合わせて前記第1のマスク又は該第1のマスクとは異なる第2のマスクのパターンの像を露光する際に、既に露光されている前記位置合わせ用のマークの像の位置を検出し、該検出結果に基づいて前記第2のショット領域に転写されるパターンが形成されたマスクと前記感光基板との位置合わせを行うことを特徴とする露光方法。

【請求項2】 前記第2のショット領域に前記第1のマスク又は第2のマスクのパターンの像を露光する際に、既に露光されている前記位置合わせ用のマークの像の上に2重露光を行い、前記第1のショット領域への露光の際に形成された前記位置合わせ用のマークの像を消去することを特徴とする請求項1記載の露光方法。

【請求項3】 転写対象とするマスク上に少なくとも3個の位置合わせ用のマークを形成し、前記感光基板上の前記第1のショット領域以降の第3のショット領域への露光を行う際には、該第3のショット領域に隣接するショット領域に既に露光された前記少なくとも3個の位置合わせ用のマークの像の中から選択した位置合わせ用のマークの像の位置を検出し、該検出結果に基づいて前記第3のショット領域に転写されるパターンが形成されたマスクと前記感光基板との位置合わせを行うことを特徴とする請求項1記載の露光方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば1枚又は複数枚のレチクルにそれぞれ形成されたパターンを感光基板上に順次つなぎ合わせて露光する露光方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等をフォトリソグラフィ工程で製造する際に、フォトマスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）のパターン像を投影光学系を介して感光基板上に投影する投影露光装置（ステッパー、アライナー等）が使用されている。斯かる投影露光装置において、図8

(a)に示すように、投影光学系の最大露光フィールド1は円形の露光領域1であるため、実際に1回の露光で感光基板上に露光できるチップパターンの大きさは、最

大露光フィールド1に内接する矩形のショット領域2に収まる大きさである。

【0003】そのため、感光基板上にそのショット領域2の面積より大きいチップパターンを露光する際には、1枚又は複数枚のレチクルにそれぞれ形成されたパターンを感光基板上に順次つなぎ合わせて露光する必要がある。図8(b)はそのようにつなぎ合わせて露光する際の従来の露光順序を示し、この図8(b)において、先ず感光基板としての感光材が塗布されたウエハ上の第1のショット領域S1に第1のレチクルのパターン像が露光される。その後、ウエハが載置されたウエハステージを駆動して、第1のショット領域S1に隣接する第2のショット領域S2を投影光学系の露光フィールド内に設定した状態で、第2のショット領域S2上にその第1のレチクルのパターン像又は交換された第2のレチクルのパターン像が投影される。

【0004】そして、ステップ・アンド・リピート方式により順次、前のショット領域に隣接する第3のショット領域S3、第4のショット領域S4、……、第7のショット領域S7にそれぞれレチクルのパターン像を露光することにより、ウエハ上の3行×3列のショット領域S1～S7よりなる露光領域に、全体として1個の大面积のチップパターンの像が露光されていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記の如き従来の技術に於いては、多数のショット領域のパターン像をつなぎ合わせる（継ぐ）ことにより、1個の大きなチップパターン像が露光されているため、各ショット領域間の継ぎ部（接続領域）での隣接するパターン像の重ね合わせ精度（継ぎ精度）を高精度に維持する必要がある。しかしながら、従来は第2のショット領域以降のショット領域への露光を行う際に、ステップング精度及び回転精度を上げることによって継ぎ部の重ね合わせ精度を向上させる以外に方法がなかった。そのため、十分なステップング精度及び回転精度が得られない場合、各ショット領域間の継ぎ部の重ね合わせ精度が悪化し、つなぎ合わせて露光する方式で製造された大面积のチップが、1チップとして正常に動作しない虞があった。

【0006】例えば図8(c)は、図8(b)のショット領域S6及びS7の境界領域Aを拡大したものであり、図8(c)において、ショット領域S6上の回路パターン像3とショット領域S7上の回路パターン像4とは幅 ΔL の領域で重なり、斜線を施した領域が継ぎ部5となっている。そして、ショット領域S6に対するショット領域S7の相対的なステップング位置決め誤差及び回転誤差に起因して、ショット領域S6とS7との間には直交する2方向への位置決め誤差 Δx 及び Δy が発生している。これらの誤差 Δx 及び Δy が許容値を超えると、継ぎ部5が少なくなり過ぎて、チップとしての動作が不良になる。

【0007】このように継ぎ部での不良を回避する為には、各ショット領域間での継ぎ部の面積を大きくする方法も考えられるが、継ぎ部の面積を大きくすると、回路パターンの微細化ができないという不都合がある。本発明は斯かる点に鑑み、1枚又は複数枚のレチクルにそれぞれ形成されたパターンの像を感光基板上に順次つなぎ合わせて露光するつなぎ合わせ方式の投影露光装置において、隣接するショット領域間の継ぎ部での重ね合わせ精度を向上して、最終的に得られる大面積の素子の歩留まりを向上させることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による露光方法は、例えば図1に示す如く、1枚又は複数枚のマスクにそれぞれ形成されたパターンの像を感光基板上に順次つなぎ合わせて露光することにより、それら1枚又は複数枚のマスクの個々のパターンの像よりも広い面積のパターン像をその感光基板上に露光する方法において、転写用のパターン及び位置合わせ用のマークが形成された第1のマスクを用いて、転写用のパターンの像(16PA)及び位置合わせ用のマークの像(21PA, 22PA)をその感光基板上の第1のショット領域(S1)に露光し、次にその感光基板上の第1のショット領域(S1)に隣接する第2のショット領域(S2)に、その転写用のパターンの像(16PA)につなぎ合わせてその第1のマスク又はこの第1のマスクとは異なる第2のマスクのパターンの像を露光する際に、既に露光された位置合わせ用のマークの像(21PA, 22PA)の位置を検出し、この検出結果に基づいて第2のショット領域(S2)に転写されるパターンが形成されたマスクとその感光基板との位置合わせを行うものである。

【0009】この場合、第2のショット領域(S2)にその第1のマスク又は第2のマスクのパターンの像を露光する際に、既に露光されている位置合わせ用のマークの像(21PA, 22PA)の上に2重露光を行い、それら既に露光されている位置合わせ用のマークの像(21PA, 22PA)を消去することが望ましい。また、例えば図5に示すように、転写対象とするマスク上に少なくとも3個の位置合わせ用のマークを形成し、その感光基板上のその第1のショット領域(S1)以降の第3のショット領域(S2~S4)への露光を行う際に、第3のショット領域(S2~S4)に隣接するショット領域に既に露光されたそれら少なくとも3個の位置合わせ用のマークの像の中から選択した位置合わせ用のマークの像の位置を検出し、この検出結果に基づいてその第3のショット領域に転写されるパターンが形成されたマスクとその感光基板との位置合わせを行うことが望ましい。

【0010】

【作用】斯かる本発明によれば、既に露光された潜像パターンとしての位置合わせ用のマークの像(21PA,

22PA)の位置を検出し、この検出結果に基づいて第2のショット領域(S2)に転写されるパターンが形成されたマスクとその感光基板との位置合わせ(アライメント)を行うので、第1のショット領域(S1)と第2のショット領域(S2)との間の継ぎ部の位置合わせ精度を向上できる。

【0011】更に、第2のショット領域(S2)への露光の際に、第1のショット領域(S1)への露光により生じた潜像パターンとしての位置合わせ用のマークの像(21PA, 22PA)を2重露光により消去する場合には、感光基板上に位置合わせ用のマークの像が残らない。従って、つなぎ合わせ方式の露光後の現像により大面積のチップパターンを感光基板上に形成した後に、更に重ねてつなぎ合わせ方式で大面積のチップパターン像を露光する際に、前の露光工程で位置合わせ用のマーク像を露光した位置と同じ位置上に再び位置合わせ用のマーク像を露光できる。従って、感光基板上に大面積のチップパターンを複数層に亘って形成する場合に、各層の露光の際にそれぞれ同じ領域をアライメント用のマークの潜像パターン領域として利用することができるようになり、感光基板上の露光領域を有効に活用できる。

【0012】また、図5に示すように、マトリクス状に配列された多数のショット領域上にそれぞれマスクのパターン像をつなぎ合わせて露光する際には、つなぎ合わせの方向が2方向になり、マスク上に1個又は2個の位置合わせ用のマークを設けただけでは必ずしも十分でない。そこで、転写対象とするマスク上に少なくとも3個の位置合わせ用のマークを形成し、その感光基板上の第1のショット領域(S1)以降の第3のショット領域(S2~S4)への露光を行う際に、第3のショット領域が第1のショット領域(S1)の上部に隣接するショット領域(S2)である場合には、それらの境界部の2個の位置合わせ用のマーク像(35PA, 37PA)を用いてアライメントを行う。

【0013】そして、第3のショット領域が第1のショット領域(S1)の右端部に隣接するショット領域(S3)である場合には、それらの境界部の2個の位置合わせ用のマーク像(36PA, 33PA)を用いてアライメントを行い、第3のショット領域が第1のショット領域(S1)の斜め上方に位置するショット領域(S4)である場合には、例えば対角線方向の2個の位置合わせ用のマーク像(36PB, 36PC)を用いてアライメントを行う。これにより、マトリクス状に配列されたショット領域間のそれぞれの継ぎ部での重ね合わせ精度を向上できる。

【0014】また、転写対象とするマスク上に少なくとも3個の位置合わせ用のマークを形成した場合には、例えば図5(c)に示すように、第1のショット領域(S1)への露光で形成された潜像パターンとしての位置合わせ用のマーク像(36PA)上に、第2のショット領

10

20

30

40

50

域(S2)への露光により潜像パターンとしての位置合わせ用のマーク像(33PB)が重ねて形成される。このように合成された潜像パターンは両ショット領域(S1, S2)に露光されたパターン像の平均的な位置を示すので、この合成された潜像パターンを用いてアライメントを行って、第3のショット領域等への露光を行うことにより、継ぎ部での重ね合わせ精度の向上が期待できる。

【0015】

【実施例】以下、本発明による露光方法の一実施例につき図1～図3を参照して説明する。図2は本例の露光方法が適用される投影露光装置を示し、この図2において、照明光学系6から射出された露光光ILが、ダイクロイックミラー7を透過してレチクル8のパターン形成領域を照明する。図示省略するも、レチクル8は2次元平面内で平行移動及び微小回転が可能なレチクルステージ上に保持されている。

【0016】露光光ILのもとで、レチクル8のパターン像が投影光学系9を介してフォトレジストが塗布されたウエハ10上に結像投影される。また、ウエハ10はウエハステージ11上に保持され、ウエハステージ11は、投影光学系9の光軸に垂直な2次元平面内でウエハ10を位置決めするXYステージ、投影光学系9の光軸に平行なZ方向にウエハ10を位置決めするZステージ、及びウエハ10を微小回転させるステージ等より構成されている。

【0017】ウエハステージ11の上端には移動鏡12が固定され、レーザー干渉計13からのレーザービームが移動鏡12で反射されている。また、投影光学系9の光軸に垂直な2次元平面内の直交座標系をX軸及びY軸として、移動鏡12はX軸に垂直な平面鏡及びY軸に垂直な平面鏡から構成されている。そして、レーザー干渉計13は、X軸に沿ってレーザービームを移動鏡12に照射する2軸のX軸用のレーザー干渉計と、Y軸に沿ってレーザービームを移動鏡12に照射するY軸用のレーザー干渉計とより構成されている。従って、X軸用の一方のレーザー干渉計及びY軸用のレーザー干渉計により、ウエハステージ11のX座標及びY座標が計測され、2個のX軸用のレーザー干渉計の計測値の差によりウエハステージ11の回転量(これを θ 方向の変位という)が計測される。

【0018】そのレーザー干渉計13により計測されたウエハステージ11のX座標、Y座標及び θ 方向の変位が制御装置14に供給され、制御装置14は駆動装置15を介してウエハステージ11の動作を制御する。

【0019】図3は本例のレチクル8をウエハ10側へ投影して形成されるレチクル像8Pを示し、この図3において、レチクル8のパターン形成領域と共役な領域には輪郭が矩形の回路パターン像16Pが投影されている。また、回路パターン像16PのY方向に平行な一方

の辺の外側に2個の窓部の像17P及び18Pが投影され、回路パターン像16PのY方向に平行な他方の辺の内側に2個のアライメントマークの像21P及び22Pが投影されている。一方のアライメントマークの像21Pは、Y方向に所定ピッチで配列された格子状のマーク像19A及びX方向に所定ピッチで配列された格子状のマーク像20Aから構成され、他方のアライメントマークの像22Pも、マーク像19Aと同一のマーク像19B及びマーク像20Aと同一のマーク像20Bから構成されている。即ち、アライメントマークの像21P及び22Pは、それぞれX方向及びY方向の位置が検出できるような形状である。

【0020】図1に戻り、ウエハ10上の窓部の像17P及び18Pに共役なレチクル8上の領域には、矩形の開口パターンよりなる窓部17及び18が形成され、これら窓部17及び18をそれぞれ囲む検出領域23及び24にアライメント用の検出光が照射される。検出領域23及び24に共役な投影光学系9の露光フィールド内の領域が、図3の検出領域23P及び24Pである。図1において、ダイクロイックミラー7の側方に2個のアライメント装置25及び26が配置され、レチクル8とウエハ10とのアライメントを行うときには、アライメント装置25及び26からそれぞれ露光光ILとは異なる波長帯で、且つウエハ10に塗布されたフォトレジストを感光させない検出光AL1及びAL2が射出される。

【0021】但し、検出光AL1及びAL2として、フォトレジストに対する感光性のある光を使用することも可能である。このようにフォトレジストに対する感光性のある光を検出光AL1及びAL2として使用する際には、検出光AL1、AL2をウエハ10上に照射している時間であるアライメント時間をできるだけ短くして、後述のように潜像パターンとしてのアライメントマークの像が変化しないようにする。

【0022】一方のアライメント装置25から射出された検出光AL1は、ダイクロイックミラー7で反射されてレチクル8上の検出領域23内の窓部17に照射され、窓部17を通過した検出光AL1は、投影光学系9を介してウエハ10上のそれまでの工程で露光されたアライメントマークの潜像上に照射される。この潜像で回折又は反射された検出光AL1が、投影光学系9、レチクル8の窓部17及びダイクロイックミラー7を経て再びアライメント装置25に戻って、ウエハ10上のアライメントマークの潜像を再結像する。この再結像された像と、レチクル8の窓部17の像のエッジとの関係から、レチクル8の窓部17とウエハ10上のアライメントマークの潜像との相対的な位置関係を検出することができる。

【0023】同様に、他方のアライメント装置26から射出された検出光AL2は、ダイクロイックミラー7で

反射されて、レチクル8上の検出領域24内の窓部18及び投影光学系9を介してウエハ10上の別のアライメントマークの潜像上に照射される。この潜像で回折又は反射された検出光AL2が、投影光学系9、レチクル8の窓部18及びダイクロミックミラー7を経て再びアライメント装置26に戻る。アライメント装置26は、再結像された潜像とレチクル8の窓部18の像のエッジとの関係から、レチクル8の窓部18とウエハ10上の別のアライメントマークの潜像との相対的な位置関係を検出する。

【0024】アライメント装置25及び26で検出された位置関係の情報が制御装置14に供給され、制御装置14はそれらの位置関係の情報及び露光データに基づいてレチクル8とウエハ10上のこれから露光されるショット領域との位置合わせ(アライメント)を行う。その後、レチクル8のパターン像がウエハ10上のそのショット領域に露光される。なお、アライメント装置25及び26としては、例えば2光束のレーザービームを用いてウエハ10上の潜像パターンを検出する2光束干渉方式のアライメント装置等をも使用することができる。

【0025】次に、本例で1枚又は複数枚のレチクルのパターン像をウエハ10上につなぎ合わせて露光して、大面積のチップパターン像を露光する際の動作の一例につき説明する。図1は本例でつなぎ合わせて露光していく際のショット領域の様子を示し、先ず図1(a)に示すように、ウエハ10上の第1のショット領域S1に図2のレチクル8の回路パターン像16PAを露光する。この際、窓部の像17PA及び18PAと、アライメントマークの像21PA及び22PAとが同時に露光される。その後、必要に応じて図2のレチクル8を次に露光するレチクルと交換した後、図1(b)に示すように、ウエハ10上の第2のショット領域S2を-Y方向に移動して、図2の投影光学系9の露光フィールド内に設定する。この移動は、従来例と同様に設計上の各ショット領域の配列座標に基づいて行われる。

【0026】この状態で、ウエハ10上の検出領域23P及び24Pにそれぞれ図2のアライメント装置25及び26から検出光を照射する。そして、潜像パターンよりなるアライメントマークの像21PA及び22PAと、これから露光するレチクルの窓部(図2の窓部17及び18に対応する)との相対的な位置関係を検出し、この相対的な位置関係の情報を図2の制御装置14へ供給する。制御装置14はその相対的な位置関係から、第1のショット領域S1に既に露光された回路パターン像16PAとこれから露光されるレチクルの回路パターン像との位置ずれ量を算出する。その後、制御装置14は、その位置ずれ量が最小になるようにウエハステージ11及び/又はレチクルステージ(不図示)を駆動して、これから露光されるレチクルとウエハ10との相対的な位置関係を補正する。

【0027】その後、図1(c)に示すように、第2のショット領域S2上にレチクルの回路パターン像16PBを露光する。第1のショット領域S1と第2のショット領域S2との境界部にはY方向に所定幅の継ぎ部(接続領域)が形成される。このときに、回路パターン像16PBと共に露光される窓部の像が第1のショット領域S1上のアライメントマークの像21PA及び22PA上に重ねて露光され、それらの像21PA及び22PAを囲む矩形の領域がそれぞれ消去領域27A及び28Aとなる。これら消去領域27A及び28Aにはアライメントマーク像又は回路パターン像等の潜像は形成されていない。また、回路パターン像16PBの上辺の内側には新たなアライメントマークの像21PB及び22PBが露光される。

【0028】その後、必要に応じて再びレチクルを次に露光するレチクルと交換した後、図1(d)に示すように、ウエハ10上の第3のショット領域S3を-Y方向に移動して、図2の投影光学系9の露光フィールド内に設定する。この状態で、ウエハ10上の検出領域23P及び24Pにそれぞれ図2のアライメント装置25及び26から検出光を照射し、潜像パターンよりなるアライメントマークの像21PB及び22PBと、これから露光するレチクルの窓部との相対的な位置関係を検出し、この相対的な位置関係の情報を図2の制御装置14へ供給する。制御装置14は、回路パターン像16PBとこれから露光されるレチクルの回路パターン像とのその位置ずれ量が最小になるようにウエハステージ11及び/又はレチクルステージ(不図示)を駆動して、これから露光されるレチクルとウエハ10との相対的な位置関係を補正する。

【0029】その後、図1(e)に示すように、第3のショット領域S3上にレチクルの回路パターン像16PCを露光する。このときにも、回路パターン像16PCと共に露光される窓部の像が第2のショット領域S2上のアライメントマークの像21PB及び22PB上に重ねて露光され、それらの像21PB及び22PBを囲む矩形の領域がそれぞれ消去領域27B及び28Bとなる。

【0030】このように、1枚又は複数枚のレチクルにそれぞれ形成されたパターンの像を、ウエハ上に順次Y方向に一列につなぎ合わせて露光することにより、図1(e)に示すように、3個の回路パターン像16PA、16PB、16PCよりなるY方向に長い大面積のチップパターン像が露光される。この場合、例えば第2のショット領域S2上に回路パターン像を露光するときには、第1のショット領域S1上に形成されている潜像パターンよりなるアライメントマークの像を検出することにより、第1のショット領域S1上に露光されている回路パターン像とこれから露光する回路パターン像との位置関係を補正するようにしているので、各ショット領域

間の継ぎ部での重ね合わせ精度が向上している。

【0031】更に、図1(e)に示すように、露光が終了した時点で、第1のショット領域S1及び第2のショット領域S2上のアライメントマークの像は全て消去されている。従って、図1(e)のチップパターン像を現像等してから、その上に重ねてつなぎ合わせ方式で大面積のチップパターン像を露光する際に、それら消去領域(27B, 28B等)上に再びアライメントマークの像を露光して相対的な位置関係を補正することができる。これにより、ウエハ10上の露光領域を有効に活用でき、チップパターン内の無駄な領域を削減できる。

【0032】次に、本発明の他の実施例につき図4~図7を参照して説明する。本例は、X方向及びY方向に2次的にレチクルのパターン像をつなぎ合わせて露光することにより、大面積のチップパターン像をウエハ上に露光するものである。図4は本例のレチクル29(不図示)をウエハ側へ投影して形成されるレチクル像29Pを示し、この図4において、本例のレチクルのパターン形成領域と共役な領域には輪郭が矩形の回路パターン像30Pが投影されている。また、回路パターン像30PのY方向に平行な一方の辺の外側に2個の窓部の像31P及び32Pが投影されている。この場合、右側の窓部の像32PはY方向に短く、窓部の像32Pの外側に、Y方向に所定ピッチで配列された格子状のマーク像19C及びX方向に所定ピッチで配列された格子状のマーク像20Cからなるアライメントマークの像33Pが投影されている。

【0033】また、回路パターン像30PのY方向に平行な他方の辺の内側に2個のアライメントマークの像35P及び37Pが投影され、アライメントマークの像35P及び37Pは、それぞれY方向に所定ピッチで配列された格子状のマーク像19D及び19Eと、X方向に所定ピッチで配列された格子状のマーク像20D及び20Eとより構成されている。更に、一方のアライメントマークの像35Pの内側にはY方向の幅が狭い窓部の像34Pが投影され、他方のアライメントマークの像37Pの内側には、マーク像19Eと同一のマーク像19F及びマーク像20Eと同一のマーク像20Fからなるアライメントマークの像36Pが投影されている。

【0034】また、本例では図2のアライメント装置25, 26と同一のアライメント装置が3個配置されている。そして、図4のレチクル像29Pが投影光学系の露光フィールドの中央に配置されているものとする、第1の窓部の像31Pを囲む検出領域38P内に第1のアライメント装置からの検出光が照射され、第2の窓部の像32Pを囲む検出領域39P内に第2のアライメント装置からの検出光が照射され、第3の窓部の像34Pを囲む検出領域40P内に第3のアライメント装置からの検出光が照射される。本例ではそれら3個の検出領域38P~40Pから選択された2個の検出領域内にそれぞ

れ形成されている潜像パターンとしてのアライメントマークの像と、対応するレチクルの窓部のエッジとの相対的な位置関係がアライメント装置により検出される。

【0035】次に、本例で1枚又は複数枚のレチクルのパターン像をウエハ上に2次的につなぎ合わせて露光して、大面積のチップパターン像を露光する際の動作の一例につき説明する。図5は本例でつなぎ合わせて露光していく際のショット領域の様子を示し、先ず図5

(a)に示すように、ウエハ上の第1のショット領域S1に図4のレチクル像の回路パターン像30PAを露光する。この際、窓部の像31PA, 32PA, 34PAと、アライメントマークの像33PA, 35PA, 36PA, 37PAとが同時に露光される。その後、必要に応じてレチクルを次に露光するレチクルと交換した後、図5(b)に示すように、ウエハ上の第2のショット領域S2を-Y方向に移動して、投影光学系の露光フィールド内に設定する。この移動は、従来例と同様に設計上の各ショット領域の配列座標に基づいて行われる。

【0036】この状態で、投影光学系の露光フィールド内の下側の2個の検出領域38P及び39Pにそれぞれ対応するアライメント装置から検出光を照射する。そして、潜像パターンよりなるアライメントマークの像35PA及び37PAと、これから露光するレチクルの窓部(図2の窓部17及び18に対応する)との相対的な位置関係を検出し、この相対的な位置関係の情報を制御装置(図2の制御装置14に対応する)へ供給する。制御装置はその相対的な位置関係から、第1のショット領域S1に既に露光された回路パターン像30PAとこれから露光されるレチクルの回路パターン像との位置ずれ量を算出し、その位置ずれ量が最小になるようにウエハステージ及び/又はレチクルステージを駆動して、これから露光されるレチクルとウエハとの相対的な位置関係を補正する。

【0037】その後、図5(c)に示すように、第2のショット領域S2上にレチクルの回路パターン像30PBを露光する。第1のショット領域S1と第2のショット領域S2との境界部にはY方向に所定幅の継ぎ部(接続領域)が形成される。このときに、回路パターン像30PBと共に露光される窓部の像が第1のショット領域S1への露光の際に形成されたアライメントマークの像35PA及び37PA上に重ねて露光され、それらの像35PA及び37PAを囲む矩形の領域がそれぞれ消去領域41A及び42Aとなる。また、回路パターン像30PBの右上部の外側には新たなアライメントマークの像36PB及び37PBが露光され、第1のショット領域S1への露光の際に形成されたアライメントマークの像36PA上に、重ねてアライメントマークの像33PBが露光される。

【0038】図6(a)はそれら重ねて露光された潜像パターンよりなるアライメントマークの像36PA及び

33PBを示し、これらを合成して得られるパターンは、図6(b)に示す合成潜像パターン43及び44となる。合成潜像パターン43はX方向に所定ピッチのパターンであり、合成潜像パターン44はY方向に所定ピッチの潜像パターンである。そして、アライメントマークの像36PA及び33PBのX方向の中心座標をXA及びXBとすると、合成潜像パターン43のX方向の中心座標XCは $(XA+XB)/2$ となる。また、アライメントマークの像36PA及び33PBのY方向の中心座標をYA及びYBとすると、合成潜像パターン44のY方向の中心座標YCは $(YA+YB)/2$ となる。

【0039】即ち、合成潜像パターン43及び44の位置は、第1のショット領域S1への露光で形成されたアライメントマークの像36PAの位置と、第2のショット領域S2への露光で形成されたアライメントマークの像33PBの位置との平均的な位置である。従って、後述のように、アライメントマークの像36PA及び33PBの合成潜像パターンと対応するレチクルの窓部のエッジとの相対的な位置関係をアライメント装置で検出することにより、第1のショット領域S1へ露光された回路パターン像の位置と、第2のショット領域S2へ露光された回路パターン像の位置との平均化された位置を検出することができる。

【0040】その後、必要に応じてレチクルを次に露光するレチクルと交換した後、図5(d)に示すように、ウエハをY方向及び-X方向に移動させて、第1のショット領域S1の右辺に接する第3のショット領域S3を投影光学系の露光フィールド内に設定する。

【0041】この状態で、投影光学系の露光フィールド内の左側の2個の検出領域38P及び39Pにそれぞれ対応するアライメント装置から検出光を照射する。そして、検出領域38P内の潜像パターンとしてのアライメントマークの像33PAと、これから露光するレチクルの窓部との相対的な位置関係を検出する。並行して、検出領域40P内のアライメントマークの像36PA及び33PBよりなる合成潜像パターンと、対応するレチクルの窓部との相対的な位置関係を検出する。これらの相対的な位置関係から、ショット領域S1及びS2に既に露光された回路パターン像30PA及び30PBとこれから露光されるレチクルの回路パターン像との位置ずれ量を算出し、その位置ずれ量が最小になるようにウエハステージ及び/又はレチクルステージを駆動して、これから露光されるレチクルとウエハとの相対的な位置関係を補正する。

【0042】この後、図5(e)に示すように、第3のショット領域S3上にレチクルの回路パターン像30PCを露光する。第1のショット領域S1と第3のショット領域S2との境界部にはX方向に所定幅の継ぎ部が形成される。このときに、回路パターン像30PCと共に露光される窓部の像が、既に露光されているアライメン

トマークの像33PA及び36PA、33PB上に重ねて露光され、それらの像を囲む矩形の領域がそれぞれ消去領域41B及び41Cとなる。また、回路パターン像30PCの右上部の外側には新たなアライメントマークの像36PC及び37PCが露光される。

【0043】その後、必要に応じてレチクルを次に露光するレチクルと交換した後、図5(f)に示すように、ウエハを-Y方向に移動させて、第2のショット領域S2の右辺及び第3のショット領域S3の上辺に接する第4のショット領域S4を投影光学系の露光フィールド内に設定する。

【0044】この状態で、投影光学系の露光フィールド内の対角線方向の2個の検出領域39P及び40Pにそれぞれ対応するアライメント装置から検出光を照射する。そして、検出領域39P内の潜像パターンとしてのアライメントマークの像37PCと、これから露光するレチクルの窓部との相対的な位置関係を検出する。並行して、検出領域40P内の潜像パターンとしてのアライメントマークの像36PBと、対応するレチクルの窓部との相対的な位置関係を検出する。これらの相対的な位置関係から、ショット領域S2及びS3に既に露光された回路パターン像30PB及び30PCとこれから露光されるレチクルの回路パターン像との位置ずれ量を算出し、その位置ずれ量が最小になるようにウエハステージ及び/又はレチクルステージを駆動して、これから露光されるレチクルとウエハとの相対的な位置関係を補正する。

【0045】この後、図5(g)に示すように、第4のショット領域S4上にレチクルの回路パターン像30PDを露光する。ショット領域S2、S3と第4のショット領域S4との境界部にはそれぞれ所定幅の継ぎ部が形成される。このときに、回路パターン像30PDと共に露光される窓部の像が、既に露光されているアライメントマークの像36PB及び37PC上に重ねて露光され、それらの像36PB及び37PCを囲む矩形の領域がそれぞれ消去領域41D及び42Bとなる。

【0046】このように本例では、1枚又は複数枚のレチクルにそれぞれ形成されたパターン像を、ウエハ上に順次X方向及びY方向につなぎ合わせて露光することにより、図5(g)に示すように、4個の回路パターン像30PA~30PDよりなる大面積のチップパターン像が露光される。この場合にも、第2のショット領域S2以降のショット領域へ回路パターン像を露光するときには、隣接するショット領域への露光により既に形成されている潜像パターンとしてのアライメントマークの像を検出して、既に露光されている回路パターン像とこれから露光する回路パターン像との位置関係を補正するようにしているので、各ショット領域間の継ぎ部での重ね合わせ精度が向上している。

【0047】更に、図5(g)に示すように、露光が終

了した時点で、アライメントに使用したアライメントマークの像は全て消去されている。従って、図5 (g) のチップパターン像を現像等してから、その上に重ねてつなぎ合わせ方式で大面積のチップパターン像を露光する際に、それら消去領域上に再びアライメントマークの像を露光して相対的な位置関係を補正することができる。

【0048】また、図5の露光方法を一般化すると、容易にN行×M列 (N, Mは2以上の整数) に配列されたショット領域上につなぎ合わせ方式で高い重ね合わせ精度で大面積のチップパターン像を露光できる。図7

(a) は3行×3列に配列されたショット領域S1～S9を示し、これら9個のショット領域S1～S9上につなぎ合わせ方式で露光を行う際には、先ずY方向の1列のショット領域S1～S3上に順次レチクルの回路パターンを露光する。この際には、投影光学系の露光フィールド内の上辺の2個の検出領域38P及び39P内の潜像パターンよりなるアライメントマークの像の位置を検出することにより、アライメントが行われる。

【0049】次に、2列目への露光を行う際には、第1のショット領域S1の右辺に接する第4のショット領域S4から露光を行い、順次Y方向に連なるショットS5及びS6に露光を行う。この場合、第4のショット領域S4への露光を行う際には、投影光学系の露光フィールド内の左辺の2個の検出領域38P及び40P内の潜像パターンよりなるアライメントマークの像の位置を検出することにより、アライメントが行われる。また、ショット領域S5及びS6への露光を行う際には、それぞれ投影光学系の露光フィールド内の対角線方向の2個の検出領域39P及び40P内の潜像パターンよりなるアライメントマークの像の位置を検出することにより、アライメントが行われる。同様に、3列目への露光を行う際には、第4のショット領域S4の右辺に接する第7のショット領域S7から露光を行い、順次Y方向に連なるショットS8及びS9に露光を行う。

【0050】以上をまとめるため、図7 (b) に示すように、投影光学系の最大露光フィールド1内の中央にこれから露光されるパターン像が回路パターン像30Pであるとす。このとき、1列目のショット領域への露光を行う際に使用されるアライメントマーク像 (潜像パターン) は、回路パターン像30Pの下辺の2個の検出領域38P及び39P内のそれぞれの窓部の像31P及び32P内にある。また、n列目 ($2 \leq n \leq N$) の最初のショット領域への露光を行う際に使用されるアライメントマーク像は、回路パターン像30Pの左辺の2個の検出領域38P及び40P内のそれぞれの窓部の像31P及び34P内にある。そして、n列目の2番目以降のショット領域への露光を行う際に使用されるアライメントマーク像は、回路パターン像30Pの対角線方向の2個の検出領域39P及び40P内のそれぞれの窓部の像32P及び34P内にある。

【0051】このように、ショット領域の配列に応じて3個の検出領域38P～40P内から選択された2個の検出領域内の潜像パターンよりなるアライメントマーク像の位置を検出することにより、有効なアライメントマーク像の露光及び使用済みのアライメントマーク像の消去を効率的に行うことができる。なお、上述実施例ではウエハ上の潜像パターンとしてのアライメントマーク像を投影光学系及びレチクルを介して検出しているが、アライメント方式はそのような方式に限定されるものでない。即ち、レチクルを介さないTTL (スルー・ザ・レンズ) 方式でウエハ上のアライメントマーク像を検出する場合にも、本発明は同様に適用される。また、アライメントマークとしてはX方向用とY方向用とに分離されているマークを考えたが、X軸及びY軸に対して傾斜したマークを用いてX方向及びY方向の位置ずれを調べても良い。

【0052】更に、上述実施例では投影光学系の露光フィールド内の2箇所をアライメント用の検出領域としていたが、アライメント用の検出領域を露光フィールド内の1箇所にしてもよい。このように検出されるアライメントマーク像が1個の場合には、X方向及びY方向のオフセットのみ又は一軸方向の位置ずれ量のみを検出することになるが、それでも従来のように既に露光されたパターン像との位置ずれ量をモニターしない場合に比べれば、各ショット領域間の継ぎ部での重ね合わせ精度は向上する。また、つなぎ合わせ方式で露光を行う際には、各ショット領域間の継ぎ部での歪曲 (ディストーション) の差が問題になる。そこで、アライメント時に、それらディストーションの状態を最良に継ぎ合わせる様にアライメント位置にオフセットを与えることも当然可能である。

【0053】また、これに関連して、例えば図7のように3行×3列のショット領域へつなぎ合わせ方式で露光を行う際には、それまでに露光された隣接するショット領域の回路パターン像との位置関係だけではなく、全体のチップパターン像の平均的な歪み等が小さくなることをも考慮して、各レチクルとウエハとのアライメントを行うことが望ましい。具体的には、全ての隣接ショット領域間の継ぎ部での位置決め誤差 (つなぎ誤差) を零にするようにつなぎ合わせ方式で露光を行っていくと、例えば最後のショットではつなぎ誤差を所定の許容値以下にすることが難しくなり得る。そこで前ショットまでのつなぎ誤差を考慮し、つなぎ誤差の許容値の範囲内で故意につなぎ誤差を生じさせて露光を行うようにする。これにより、全ての継ぎ部でのつなぎ誤差を許容値以内に収めることができる。

【0054】また、上述実施例では図6に示すように、アライメントマークの像を重ね合わせて合成潜像パターンを形成している。このように2つのマーク像の合成により平均化効果を得る手法は、潜像パターンを使用する

場合に限られるものでなく、通常のアライメント技術においても平均化効果を光学的に高めるものとして応用できる。更に、上述実施例はステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置を用いているが、レチクルとウエハとを相対的に走査しながらレチクルのパターンをウエハ上に露光するスキヤン型の露光装置においても、アライメントマークの配置を変えることによって同様に本発明が適用される。

【0055】このように、本発明は上述実施例に限定されず本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【0056】

【発明の効果】本発明によれば、1枚又は複数枚のレチクルにそれぞれ形成されたパターンの像を感光基板上に順次つなぎ合わせて露光する際に、それまでの露光により投影された潜像としての位置合わせ用のマーク像の位置を検出して位置合わせを行うようにしているので、隣接するショット領域間の継ぎ部での重ね合わせ精度を向上して、最終的に得られる大面積の素子の歩留まりを向上させることができる利点がある。

【0057】また、第2のショット領域に第1のマスク又は第2のマスクのパターンの像を露光する際に、第1のショット領域上の位置合わせ用のマークの像の上に2重露光を行い、その第1のショット領域上のその位置合わせ用のマークの像を消去する場合には、その消去された領域に再び位置合わせ用のマークの像を投影することができるので、感光基板上の露光領域を有効に活用できる。

【0058】また、転写対象とするマスク上に少なくとも3個の位置合わせ用のマークを形成し、感光基板上の第1のショット領域以降の第3のショット領域への露光を行う際に、この第3のショット領域に隣接するショット領域に既に露光されたそれら少なくとも3個の位置合わせ用のマークの像の中から選択した位置合わせ用のマークの像の位置を検出し、この検出結果に基づいてその第3のショット領域に転写されるパターンが形成されたマスクとその感光基板との位置合わせを行うことにより、感光基板上に2次元的に高い重ね合わせ精度で多数のパターン像をつなぎ合わせて露光することができる。

【0059】また、それぞれ潜像パターンよりなるアライメントマーク像を重ね合わせた合成パターンをアライメントに利用できるので、平均化効果により隣接するショット領域間の継ぎ部の重ね合わせ精度をより向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による露光方法の一実施例の露光工程の説明に供給する図である。

【図2】その実施例の露光方法が適用される投影露光装置の一例を示す構成図である。

【図3】その実施例で使用されるレチクルのウエハ上への投影像を示す平面図である。

【図4】本発明の他の実施例で使用されるレチクルのウエハ上への投影像を示す平面図である。

【図5】他の実施例における露光工程の説明に供する図である。

【図6】(a)は2個のアライメントマークの像を重ねて示す拡大平面図、(b)は図6(a)の2個のアライメントマークの像を1個の合成潜像パターンとして示す拡大平面図である。

【図7】(a)は3行×3列のショット領域へつなぎ合わせ方式で露光を行う際の説明に供する9個のショット領域の平面図、(b)は投影光学系の露光フィールド内の検出領域を示す平面図である。

【図8】(a)は投影光学系の露光フィールドを示す平面図、(b)は従来をつなぎ合わせによる露光方法の手順の説明に供する9個のショット領域の平面図、(c)はショット領域間の継ぎ部における重ね合わせ誤差の説明図である。

【符号の説明】

S1～S3 ショット領域

8 レチクル

9 投影光学系

10 ウエハ

25, 26 アライメント装置

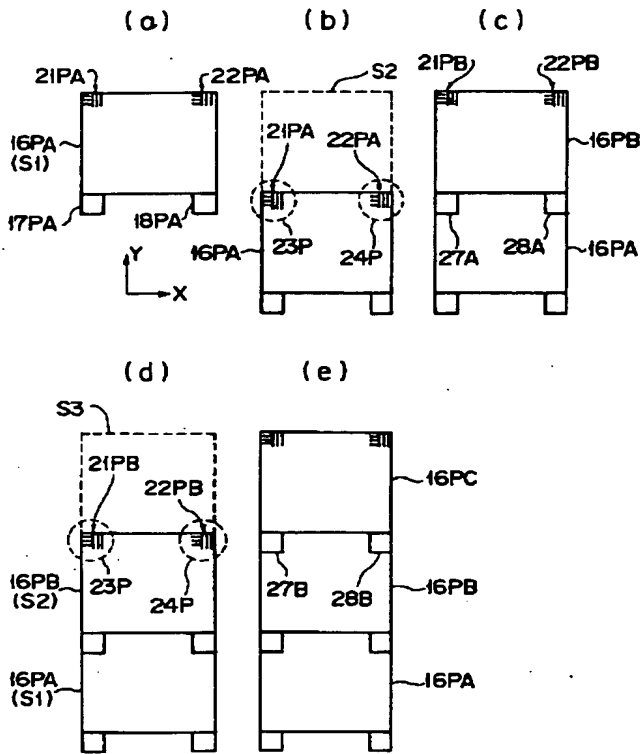
16P 回路パターン像

17P, 18P 窓部の像

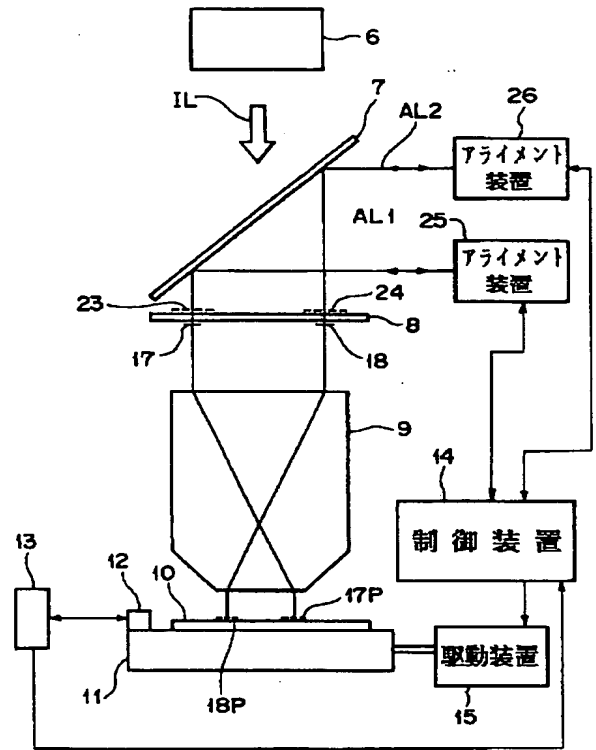
21P, 22P アライメントマークの像

23P, 24P 検出領域

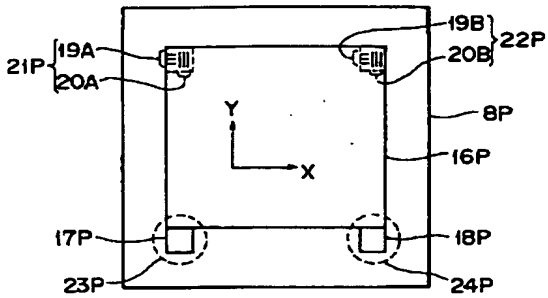
【図1】



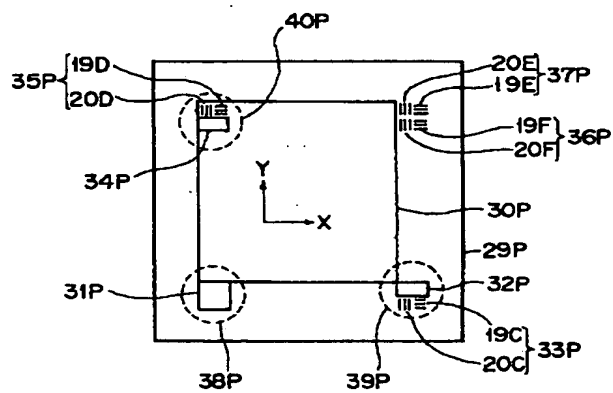
【図2】



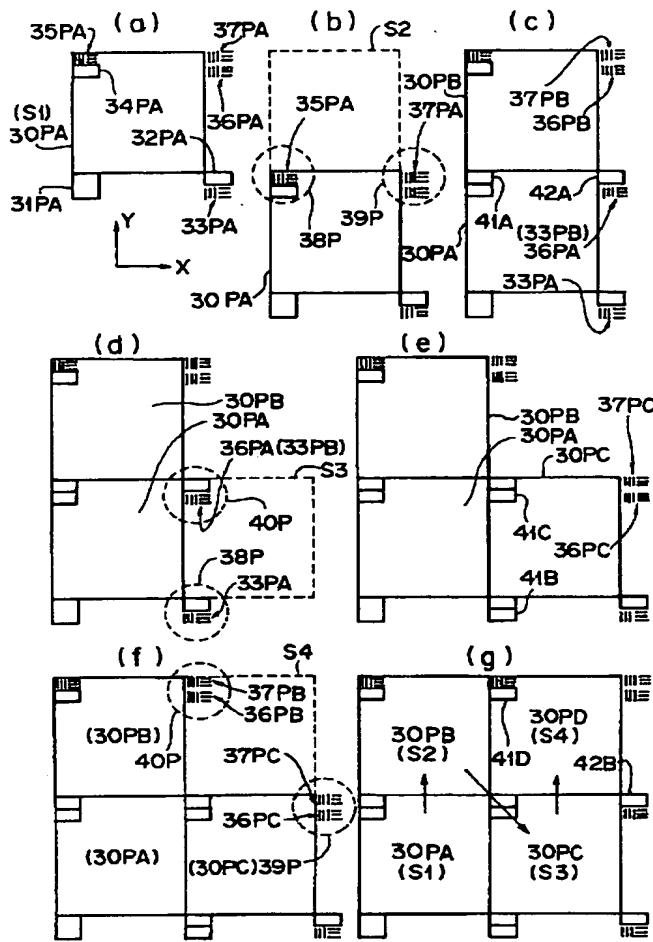
【図3】



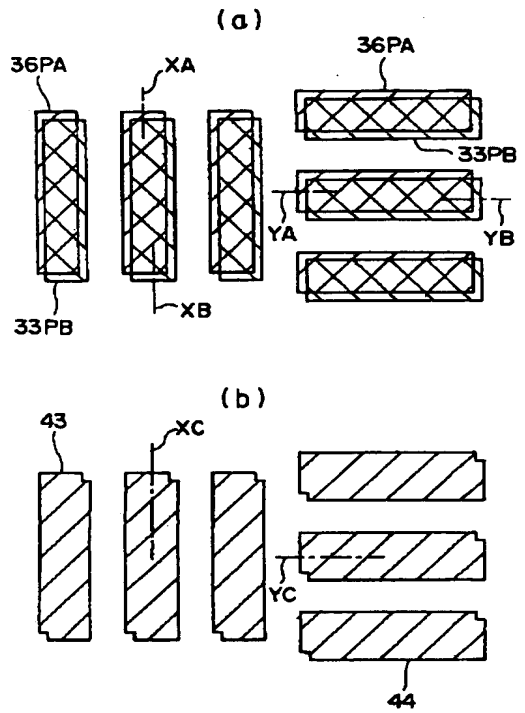
【図4】



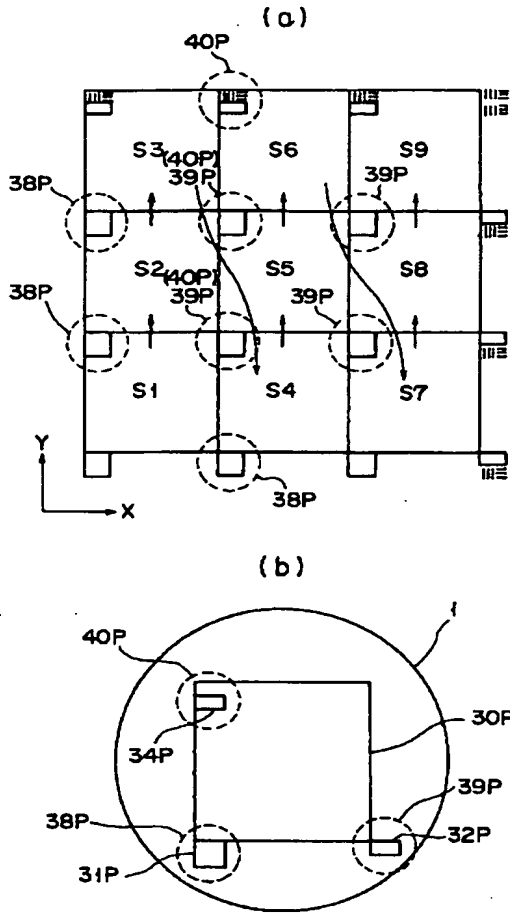
【図5】



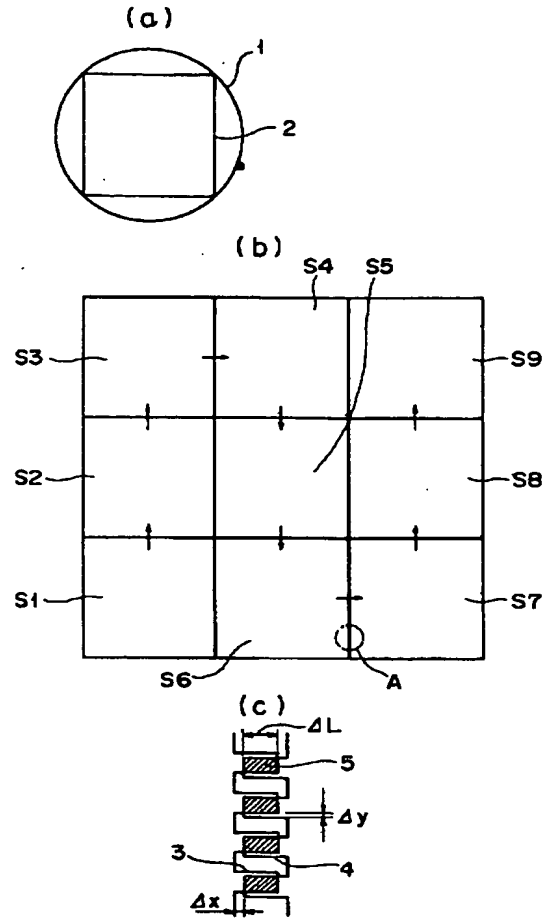
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

7352-4M

H O 1 L 21/30

3 1 1 L